

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 10-288043

(43)Date of publication of application : 27.10.1998

(51)Int.Cl.

F02B 37/00

F02B 37/24

F02D 21/08

F02D 23/00

F02D 43/00

F02M 25/07

(21)Application number : 09-099073

(71)Applicant : TOYOTA MOTOR CORP

(22)Date of filing : 16.04.1997

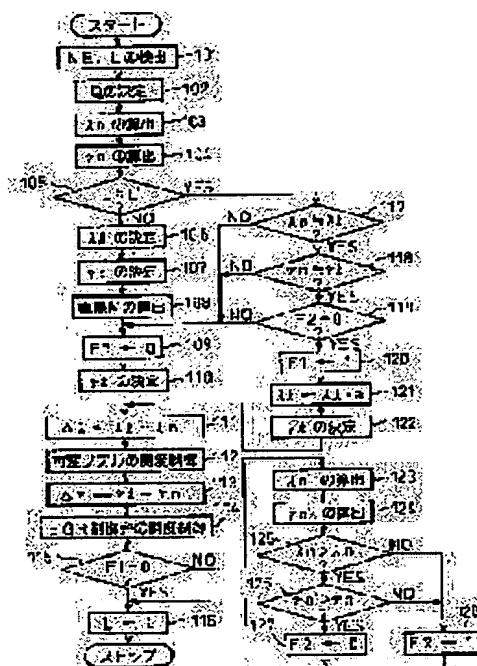
(72)Inventor : FUKUMA TAKAO

## (54) INTERNAL COMBUSTION ENGINE WITH TURBOCHARGER AND EXHAUST GAS RECIRCULATION SYSTEM

### (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To suppress the hunting of an air excess ratio in an internal combustion engine which is provided with a turbocharger and an exhaust gas recirculation system and controls a supercharging pressure and recirculating exhaust gas amount so that a target air access rate can be achieved for a required fuel injection rate determined by the operating conditions of the engine.

**SOLUTION:** A relational expression for the ideal air excess rate and EGR rate under the current operating conditions of an engine is grasped (step 108). Also a supercharging pressure is controlled according to the deviation between the current air excess rate and target air excess rate (steps 111 and 112), and also the recirculating exhaust gas amount is controlled according to the deviation between the current EGR rate and the EGR rate relative to the current air excess rate in the relational expression (steps 113 and 114).



### LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

23.01.2003

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

**\* NOTICES \***

JPO and NCIPI are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

**CLAIMS**

---

[Claim(s)]

[Claim 1] So that the target excess air factor for every engine operational status may be realized to the need [ of becoming settled according to engine operational status ] fuel oil consumption In the internal combustion engine which controls charge pressure and the amount of recycling exhaust gas, the relational expression of the ideal excess air factor and ideal EGR rate in current engine operational status is grasped. Said charge pressure is controlled according to the deflection of a current excess air factor and said target excess air factor. Said amount of recycling exhaust gas is an internal combustion engine having the turbocharger and exhaust-gas-recirculation equipment which are characterized by being controlled according to deflection with the EGR rate over a current EGR rate and the current excess air factor in said relational expression.

[Claim 2] He is the internal combustion engine which possesses the adjustable nozzle to which the pressure of the exhaust gas offered to a turbine is changed in order that said turbocharger may control the charge pressure of a compressor, and has the turbocharger according to claim 1 and exhaust-gas-recirculation equipment which are characterized by controlling said charge pressure by said adjustable nozzle according to the deflection of a current excess air factor and said target excess air factor.

[Claim 3] The internal combustion engine having the turbocharger according to claim 1 or 2 and exhaust-gas-recirculation equipment which are characterized by making an excess air factor and an EGR rate increase gradually so that said relational expression may be satisfied when said target excess air factor and the EGR rate over said target excess air factor in said relational expression are realized at the time of engine steady operation.

---

[Translation done.]

## \* NOTICES \*

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

## DETAILED DESCRIPTION

---

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention relates to the internal combustion engine having a turbocharger and exhaust-gas-recirculation equipment.

[0002]

[Description of the Prior Art] By carrying out recycling of a part of exhaust gas into a gas column, combustion temperature is reduced with the big heat capacity which the inert gas which is the principal component of exhaust gas has, and it is NO<sub>x</sub>. The exhaust gas recirculation which reduces an yield is well-known. It is NO<sub>x</sub>, so that there are many amounts of exhaust gas which carry out recycling. In order that new mind may stop being able to flow easily into a gas column due to one of these and new air volume may decrease, it becomes impossible to realize a suitable excess air factor, although an yield can be reduced sharply. The amount of exhaust gas which carries out recycling is usually expressed by the EGR rate shown with the capacity in the amount of recycling exhaust gas / gas column (new mind and the amount of recycling exhaust gas). Excess air factors are an air-fuel ratio/theoretical air fuel ratio (14.7), and air-fuel ratios are new air volume/fuel oil consumption. The exhaust-gas-recirculation equipment for realizing exhaust gas recirculation possesses the free passage way which opens an engine exhaust air system and an engine inhalation-of-air system for free passage, and the EGR control valve for controlling the amount of recycling exhaust gas arranged on this free passage way.

[0003] In order to determine the need fuel oil consumption for obtaining the engine output needed in each engine operational status as JP,2-61347,A and to realize the target excess air factor to the need fuel oil consumption in this engine operational status, it is indicated that opening control of an EGR control valve adjusts the amount of recycling exhaust gas, and need new air volume is supplied into a gas column.

[0004] Moreover, in the internal combustion engine which equips JP,3-61127,U with the adjustable nozzle type turbocharger which possesses the adjustable nozzle for making adjustable the exhaust-air-pressure force offered to a turbine, and controls the charge pressure by the compressor, in order to realize the target excess air factor for every engine operational status, it is indicated that opening control of an adjustable nozzle adjusts charge pressure, and the need [ of receiving need fuel oil consumption ] new air volume is supplied into a gas column.

[0005] A closing motion rate is enlarged, so that the deflection of an excess air factor with opening control of the EGR control valve of exhaust-gas-recirculation equipment and opening control of the adjustable nozzle of a turbocharger actual generally in order to realize a target excess air factor at an early stage, and a target excess air factor is large. If opening control of the EGR control valve mentioned above in order to realize a target excess air factor, and an adjustable nozzle is carried out as it is when an internal combustion engine has such exhaust-gas-recirculation equipment and a turbocharger When an actual excess air factor is more rich than a target excess air factor Since new air volume is increased, while it is controlled at the closed rate based on the deflection of an actual excess air factor and a target excess air factor at a close side and the amount of recycling exhaust gas decreases, an EGR control valve an adjustable nozzle It will be controlled at the closed rate based on the deflection of an actual excess air factor and a target excess air factor at a close side, and charge pressure will be increased. Moreover, from a target excess air factor, when it is Lean, in order to decrease new air volume, an actual excess air factor will be controlled at the open rate based on the deflection of an excess air factor with an actual adjustable nozzle, and a target excess air

factor at an open side, while being controlled at the open rate based on the deflection of an excess air factor with an actual EGR control valve, and a target excess air factor at an open side and increasing the amount of recycling exhaust gas, and charge pressure will decrease.

[0006]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] Since the comparatively big inertial force of a turbine and a compressor exists, by the time charge pressure according to the opening of an adjustable nozzle is realized, comparatively big time lag will occur, and by the time the amount of recycling exhaust gas according to the opening of an EGR control valve is realized also in exhaust-gas-recirculation equipment, a certain amount of time lag will generate an adjustable nozzle type turbocharger. Although an actual excess air factor will reach a target excess air factor at an early stage if both exhaust-gas-recirculation equipment and adjustable nozzle type turbochargers are turned to a target excess air factor as mentioned above by that cause and it controls, it changes with the response delay of after that, turbocharger, and exhaust-gas-recirculation equipment exceeding a target excess air factor, and an excess air factor carries out hunting as a result. It is NOx in order that the amount of recycling exhaust gas in the EGR control valve opening at this time may decrease, when a smoke and a particulate yield increase by that cause when less than a target excess air factor, and exceeding a target excess air factor. An yield increases.

[0007] Therefore, the purpose of this invention is controlling hunting of an excess air factor in the internal combustion engine which controls charge pressure and the amount of recycling exhaust gas, as it has a turbocharger and exhaust-gas-recirculation equipment and a target excess air factor is realized to the need [ of becoming settled according to engine operational status ] fuel oil consumption.

[0008]

[Means for Solving the Problem] The internal combustion engine having the turbocharger according to claim 1 and exhaust-gas-recirculation equipment by this invention So that the target excess air factor for every engine operational status may be realized to the need [ of becoming settled according to engine operational status ] fuel oil consumption In the internal combustion engine which controls charge pressure and the amount of recycling exhaust gas, the relational expression of the ideal excess air factor and ideal EGR rate in current engine operational status is grasped. It is characterized by controlling said charge pressure according to the deflection of a current excess air factor and said target excess air factor, and controlling said amount of recycling exhaust gas according to deflection with the EGR rate over a current EGR rate and the current excess air factor in said relational expression.

[0009] Moreover, the internal combustion engine having the turbocharger according to claim 2 and exhaust-gas-recirculation equipment by this invention In the internal combustion engine having a turbocharger according to claim 1 and exhaust-gas-recirculation equipment said turbocharger In order to control the charge pressure of a compressor, the adjustable nozzle to which the pressure of the exhaust gas offered to a turbine is changed is provided, and said charge pressure is characterized by being controlled by said adjustable nozzle according to the deflection of a current excess air factor and said target excess air factor.

[0010] Moreover, in the internal combustion engine having a turbocharger according to claim 1 or 2 and exhaust-gas-recirculation equipment, the internal combustion engine having the turbocharger according to claim 3 and exhaust-gas-recirculation equipment by this invention is characterized by making an excess air factor and an EGR rate increase gradually so that said relational expression may be satisfied, when said target excess air factor and the EGR rate over said target excess air factor in said relational expression are realized at the time of engine steady operation.

[0011]

[Embodiment of the Invention] Drawing 1 is the schematic diagram showing the internal combustion engine having the adjustable nozzle type turbocharger and exhaust-gas-recirculation equipment by this invention. As for a Diesel engine body and 2, in this drawing, 1 is [ an engine inhalation-of-air system and 3 ] engine exhaust air systems. The engine inhalation-of-air system 2 has intake manifold 2a most located in the downstream, surge tank 2b located in the right above style side of intake manifold 2a, and inhalation-of-air path 2c connected to surge tank 2b.

[0012] The engine exhaust air system 3 has exhaust manifold 3a most located in the upstream, and flueway 3b connected to exhaust manifold 3a. Inhalation-of-air path 2c and flueway 3b are connected by exhaust-

gas-recirculation path 4a, and EGR control valve 4b for controlling the amount of recycling exhaust gas is prepared in this exhaust-gas-recirculation path 4a. In this way, exhaust-gas-recirculation equipment 4 is constituted by exhaust-gas-recirculation path 4a and EGR control valve 4b. Moreover, compressor 5a of the adjustable nozzle type turbocharger 5 is arranged at the upstream from the connection of exhaust-gas-recirculation path 4a in inhalation-of-air path 2c, and turbine 5b of the adjustable nozzle type turbocharger 5 is arranged at the downstream from the connection of exhaust-gas-recirculation path 4a of flueway 3b. This adjustable nozzle type turbocharger 5 has the adjustable nozzle for controlling the pressure of the exhaust gas which flows into a turbine.

[0013] 6 is a fuel injection valve for injecting a fuel to the combustion chamber for every gas column. 20 is a control unit which takes charge of the fuel-oil-consumption control in a fuel injection valve 6, opening control of EGR control valve 4b of exhaust-gas-recirculation equipment 4, and opening control of the adjustable nozzle of the adjustable nozzle type turbocharger 5. it arranges to the air flow meter 23 for detecting the accelerator pedal stroke sensor 22 for detecting the rotation sensor 21 for detecting an engine rotational frequency, and the amount of treading in of an accelerator pedal in this control unit 20, and new air volume, and flueway 3b -- having -- the oxygen density in exhaust gas -- being based -- gaseous mixture -- the temperature-sensor 26 grade for detecting the pressure sensor 25 for detecting the air-fuel ratio sensor 24 for detecting an air-fuel ratio and the gas pressure in surge tank 2b and the gas temperature in surge tank 2b is connected.

[0014] The above-mentioned control by the control device 20 is carried out according to the flow chart shown in drawing 2. First, in step 101, the amount L of treading in of the accelerator pedal as the current engine rotational frequency NE and a current current engine load is detected by the rotation sensor 21 and the accelerator pedal stroke sensor 22. Next, in step 102, the need fuel oil consumption Q is determined based on the engine rotational frequency NE and the engine load L. The map which is not illustrated is used for this decision, and many need fuel oil consumption Q is determined, so that the engine rotational frequency NE and the engine load L are expensive.

[0015] Next, in step 103, current excess-air-factor  $\lambda_{\text{bdan}}$  (new mind weight / need fuel oil consumption / 14.7) is computed by the new mind weight GN and fuel oil consumption Q which are detected by the air flow meter 23. New mind weight GN / fuel oil consumption Q is current air-fuel ratios, and you may make it detect this air-fuel ratio by the air-fuel ratio sensor 24.

[0016] Next, in step 104, gas pressure P and gas-temperature T of the downstream are detected by a pressure sensor 25 and the temperature sensor 26 from the connection of exhaust-gas-recirculation path 4a in the inside 2 of surge tank 2b, i.e., an engine inhalation-of-air system, the recycling exhaust gas weight GEGR is computed by the degree type (1), and current EGR rate  $\gamma_{\text{man}}$  is computed by the degree type (2). Here, the gas by which pressure \*\*\*\*\* is detected is the mixed gas of new mind and recycling exhaust gas.

$$\text{GEGR} = f(P/T) - \text{GN} \quad (1)$$

$$\gamma_{\text{man}} = \text{GEGR} / (\text{GN} + \text{GEGR}) \quad (2)$$

[0017] Next, in step 105, it is judged whether this engine load L and the last engine load L' are almost equal. When this decision is denied (i.e., when the amount of treading in of an accelerator pedal changes), in step 106, optimal excess-air-factor  $\lambda_{\text{bdat}}$  suitable for the engine rotational frequency NE and the current engine operational status based on the engine load L is determined. In this map, optimal excess-air-factor  $\lambda_{\text{bdat}}$  is so small that the engine load L is expensive on the whole, namely, it is set up so that it may become a rich side.

[0018] The optimal excess air factor which does not not much generate a smoke and a particulate for every engine operational status, and NOx Combination with the optimal EGR rate which is not not much generated exists. Next, it progresses to step 107 and is determined using the map which this optimal EGR rate  $\gamma_{\text{mas}}$  suitable for current engine operational status does not illustrate. Drawing 3 is a map in which the relation of the optimal excess air factor and the optimal EGR rate is shown. In this drawing, p is a point which shows the combination of optimal excess-air-factor  $\lambda_{\text{bdat}}$  in specific engine operational status, and optimal EGR rate  $\gamma_{\text{mas}}$ .  $\lambda_{\text{bdaa}}$  is the same NOx as the case where combination of optimal excess-air-factor  $\lambda_{\text{bdat}}$  and optimal EGR rate  $\gamma_{\text{mas}}$  is realized in this specific engine operational status. It is an excess air factor when stopping exhaust gas recycling used as an yield, and  $\lambda_{\text{bdab}}$  is an excess air

factor when stopping exhaust gas recycling used as the same particulate yield as the case where combination of optimal excess-air-factor  $\lambda_{bdac}$  and optimal EGR rate  $\gamma_{mas}$  is realized in this specific engine operational status.  $\lambda_{bdac}$  is the central point of  $\lambda_{bdaa}$  and  $\lambda_{bdab}$ , namely, is a value computed by  $\lambda_{bdac} = (\lambda_{bdaa} + \lambda_{bdab}) / 2$ .

[0019] If the excess air factor and EGR rate at the time of engine transient operation are made to exist on the straight line M which passes along the point q of the point p mentioned above, excess-air-factor  $\lambda_{bdac}$ , and 0% of EGR rates when it will be in this specific engine operational status through an engine transient, they will be a particulate and NOx. Both yields are stopped in tolerance and it becomes possible to realize good exhaust air emission. In this flow chart, the straight line M corresponding to current engine operational status is computed in step 108.

[0020] Next, in step 109, the 1st flag F1 mentioned later in detail is set to 0, and computes EGR rate  $\gamma_{mat}$  which fills the relation of a straight line M to current excess-air-factor  $\lambda_{bdan}$  in step 110. Next, in step 111, deflection  $\delta\lambda_{bda}$  with current excess-air-factor  $\lambda_{bdan}$  is computed by making optimal excess-air-factor  $\lambda_{bdac}$  in current engine operational status into desired value, in step 112, a closing motion rate is determined and opening control of the adjustable nozzle of the adjustable nozzle type turbocharger 5 is carried out on the map which is not illustrated based on this deflection  $\delta\lambda_{bda}$ . This closing motion rate is whenever [ per unit time amount / closing motion ] (%/s). Such a closed rate with this early closing motion rate is set up that current excess-air-factor  $\lambda_{bdan}$  becomes a closed rate in being smaller than target excess-air-factor  $\lambda_{bdac}$  (rich) and the absolute value of deflection  $\delta\lambda_{bda}$  is large, when deflection  $\delta\lambda_{bda}$  is a positive value namely. Moreover, when deflection  $\delta\lambda_{bda}$  is a negative value, current excess-air-factor  $\lambda_{bdan}$  becomes an open rate in being larger than target excess-air-factor  $\lambda_{bdac}$  (Lean), and such an early open rate is set up that the absolute value of deflection  $\delta\lambda_{bda}$  is large.

[0021] Next, in step 113, deflection  $\delta\gamma_{ma}$  with current EGR rate  $\gamma_{man}$  is computed by making into desired value EGR rate  $\gamma_{mat}$  which fills the relation of a straight line M to current excess-air-factor  $\lambda_{bdan}$ , in step 114, a closing motion rate is determined and opening control of EGR control valve 4b of exhaust-gas-recirculation equipment 4 is carried out on the map which is not illustrated based on this deflection  $\delta\gamma_{ma}$ . This closing motion rate is whenever [ per unit time amount / closing motion ] (%/s). Such an open rate with this early closing motion rate is set up that current EGR rate  $\gamma_{man}$  becomes an open rate in being smaller than target EGR rate  $\gamma_{mat}$  and the absolute value of deflection  $\delta\gamma_{ma}$  is large, when deflection  $\delta\gamma_{ma}$  is a positive value namely. Moreover, when deflection  $\delta\gamma_{ma}$  is a negative value, current EGR rate  $\gamma_{man}$  becomes a closed rate in being larger than target EGR rate  $\gamma_{mat}$ , and such an early closed rate is set up that the absolute value of deflection  $\delta\gamma_{ma}$  is large.

[0022] Next, in step 115, it is judged whether the 1st flag F1 is 0. At the time of an engine transient, at step 106, since this 1st flag F1 is set to 0, this decision is affirmed, it progresses to step 116, and this engine load L is memorized as last engine load L', and it ends. In next processing, when there is no change in the amount of treading in of an accelerator pedal, the decision in step 105 is affirmed, it progresses to step 117, and it is judged whether it is almost equal to target excess-air-factor  $\lambda_{bdac}$  as which current excess-air-factor  $\lambda_{bdan}$  was determined at the last step 106. When this decision is affirmed, it progresses to step 118, and it is judged whether it is almost equal to target EGR rate  $\gamma_{mat}$  as which current EGR rate  $\gamma_{man}$  was determined at the last step 110. When one of decision is denied (i.e., when optimal EGR rate  $\gamma_{mas}$  to target excess-air-factor  $\lambda_{bdac}$  and this target excess-air-factor  $\lambda_{bdac}$  is not realized), processing after step 109 is carried out until these are realized.

[0023] The case where engine operational status changes in drawing 3, and the combination of the optimal excess air factor and the optimal EGR rate changes from Point u to Point p, concerning closing motion control of such an adjustable nozzle and an EGR control valve is explained as compared with the former. In the former, while controlling an EGR control valve at the closed rate according to both deflection to a close side and decreasing the amount of recycling exhaust gas until current excess-air-factor  $\lambda_{bdan}$  reached at target excess-air-factor  $\lambda_{bdac}$  only paying attention to the excess air factor in such a case, the adjustable nozzle was controlled at the closed rate according to this deflection to the close side, and charge pressure was raised. When target excess-air-factor  $\lambda_{bdac}$  is attained, opening change of an EGR control valve and

an adjustable nozzle is stopped by such control, but since actual new air volume increases while the actual amount of recycling exhaust gas decreases, an excess air factor increases exceeding target excess-air-factor  $\lambda_{\text{bdat}}$ , and an EGR control valve and an adjustable nozzle are controlled by response delay of an adjustable nozzle type turbocharger and exhaust-gas-recirculation equipment at an open side, so that a two-dot chain line shows.

[0024] However, according to both response delay, it is less than an excess air factor exceeding desired value again, it is carried out in this way, and an excess air factor carries out hunting. It is NOx in order that the amount of recycling exhaust gas in the EGR control valve opening at this time may decrease, when a smoke and a particulate yield will increase when an excess air factor is less than a target excess air factor and it will exceed a target excess air factor, if such hunting occurs. An yield increases.

[0025] However, according to control of this flow chart, although an adjustable nozzle is controlled at the closed rate according to the deflection of target excess-air-factor  $\lambda_{\text{bdat}}$  and current excess-air-factor  $\lambda_{\text{bdan}}$  at a close side, an EGR control valve is controlled at the closed rate according to deflection with current EGR rate  $\gamma_{\text{man}}$  at a close side by making optimal EGR rate  $\gamma_{\text{mat}}$  to current excess-air-factor  $\lambda_{\text{bdan}}$  into desired value. Thus, if actual excess-air-factor  $\lambda_{\text{bdan}}$  increases, as target EGR rate  $\gamma_{\text{mat}}$  on a straight line M also becomes large in connection with it and \*\* and a dotted line show at last, before realizing target excess-air-factor  $\lambda_{\text{bdat}}$ , target EGR rate  $\gamma_{\text{mat}}$  will exceed actual EGR rate  $\gamma_{\text{man}}$ , and an EGR control valve will come to be opened.

[0026] Response delay occurs in the direction in which the amount of recycling exhaust gas is increasing according to the response delay of exhaust-gas-recirculation equipment at this time although charge pressure increases further according to the response delay of an adjustable nozzle type turbocharger when target excess-air-factor  $\lambda_{\text{bdat}}$  is realized by that cause, and new air volume increases all like before, and an excess air factor does not carry out hunting sharply more than desired value. Moreover, if the amount of recycling exhaust gas is increased in this way just before a target excess air factor is realized, since new mind stops the same charge pressure also being able to enter easily into a gas column, hunting of the excess air factor by the response delay of an adjustable nozzle type turbocharger will be controlled by it. Since an EGR rate is controlled towards the optimal EGR rate over the present excess air factor, it compares with the former, and this flow chart is NOx. An yield can be reduced.

[0027] When there is no change in the amount of treading in of an accelerator pedal and target excess-air-factor  $\lambda_{\text{bdat}}$  and target EGR rate  $\gamma_{\text{mat}}$  (gammas) are realized, it progresses to step 119 and it is judged whether the 2nd flag F2 mentioned later in detail is 0. At the beginning, this decision is affirmed, and progresses to step 120, and the 1st flag F1 is set to 1. Next, in step 121, the multiplication of the bigger multiplier a than 1 is carried out to target excess-air-factor  $\lambda_{\text{bdat}}$  in current engine operational status, new, still bigger target excess-air-factor  $\lambda_{\text{bdat}}$  (further Lean side) is computed, and target EGR rate  $\gamma_{\text{mat}}$  which fills the relation of a straight line M to this new target excess-air-factor  $\lambda_{\text{bdat}}$  is computed in step 122. Next, processing after step 111 is carried out without performing processing in steps 109 and 110, and an adjustable nozzle and an EGR control valve are controlled towards new target excess-air-factor  $\lambda_{\text{bdat}}$  and target EGR rate  $\gamma_{\text{mat}}$ .

[0028] Since the 1st flag F1 is set to 1 at this time, the decision in step 115 is denied and it progresses to step 123. a step -- 123 -- \*\*\*\* -- being new -- a target -- an excess air factor --  $\lambda_{\text{bda}}$  -- t -- and -- a target -- an EGR rate --  $\gamma_{\text{mat}}$  -- t -- turning -- adjustable -- a nozzle -- and -- EGR -- a control valve -- controlling -- having had -- the back -- an excess air factor --  $\lambda_{\text{bda}}$  -- n -- ' -- a step -- 103 -- the same -- computing -- having -- a step -- 124 -- \*\*\*\* -- being new -- a target -- an excess air factor --  $\lambda_{\text{bda}}$  -- t -- and -- a target -- an EGR rate --  $\gamma_{\text{mat}}$  -- t -- turning -- adjustable -- a nozzle -- and -- EGR -- a control valve -- controlling -- having had -- the back -- an EGR rate --  $\gamma_{\text{mat}}$  -- n -- ' -- a step -- 104 -- the same -- computing -- having . Next, in step 125, it is judged whether it is larger than excess-air-factor  $\lambda_{\text{bdan}}$  before controlling an adjustable nozzle and an EGR control valve towards the excess air factor by which this excess-air-factor  $\lambda_{\text{bdan}}$  was computed in step 103, i.e., new target excess-air-factor  $\lambda_{\text{bdat}}$ , and target EGR rate  $\gamma_{\text{mat}}$ . When this decision is affirmed, in step 126, it is judged whether it is larger than the EGR rate before controlling an adjustable nozzle and an EGR control valve towards the EGR rate by which EGR rate  $\gamma_{\text{man}}$  computed in step 124 was computed in step 104, i.e., new target excess-air-factor  $\lambda_{\text{bdat}}$ , and target EGR rate  $\gamma_{\text{mat}}$ .

[0029] When an EGR rate can be raised with exhaust-gas-recirculation equipment while being able to raise an excess air factor by the adjustable nozzle type turbocharger when any decision is affirmed namely, the 2nd flag F2 is set to 0 in step 127. On the other hand, even if it makes opening of an adjustable nozzle small, when it becomes impossible to raise an excess air factor, or when [ when one of decision is denied, namely, / even if it enlarges opening of an EGR control valve, ] it becomes impossible to raise an EGR rate, the 2nd flag F2 is set to 1 in step 128.

[0030] Thus, if the 2nd flag F2 is set to 1, the decision in step 119 will be denied and enlarging target excess-air-factor  $\lambda_{\text{mdat}}$  and target EGR rate  $\gamma_{\text{mat}}$  will be stopped. Thus, in this flow chart, when an original target excess air factor and an original target EGR rate are realized at the time of the engine stationary from which the amount of treading in of an accelerator pedal does not change, it increases gradually so that the relation of the computed straight line M may be filled, until it becomes one of increment limitations with an adjustable nozzle type turbocharger and exhaust-gas-recirculation equipment about an excess air factor and an EGR rate. In this way, in order that an excess air factor and an EGR rate may improve as much as possible, it is particulate yield and NOx. A yield can be reduced to a limitation.

[0031] Although the above-mentioned operation gestalt explained the case where an excess air factor was made to increase, when decreasing an excess air factor, since the new-air-volume increase and decrease of the direction conflict mutually according to the new-air-volume increase and decrease of the direction by the response delay of a turbocharger, and the response delay of exhaust-gas-recirculation equipment when a target excess air factor is realized, it can control hunting of an excess air factor similarly. Although the adjustable nozzle type turbocharger was finally used for the charge pressure control for changing an excess air factor in this operation gestalt, this does not limit this invention, uses the turbocharger which has a general waist gate path, and you may make it adjust the amount of exhaust gas which passes a waist gate path.

[0032]

[Effect of the Invention] Thus, according to the internal combustion engine having the turbocharger and exhaust-gas-recirculation equipment by this invention So that the target excess air factor for every engine operational status may be realized to the need [ of becoming settled according to engine operational status ] fuel oil consumption In the internal combustion engine which controls charge pressure and the amount of recycling exhaust gas, the relational expression of the ideal excess air factor and ideal EGR rate in current engine operational status is grasped. Since charge pressure is controlled according to the deflection of a current excess air factor and a target excess air factor and the amount of recycling exhaust gas is controlled according to deflection with the EGR rate over the current excess air factor in the relational expression grasped as the current EGR rate The new-air-volume increase and decrease of the direction accompanying the response delay of a turbocharger in case a target excess air factor is realized The new-air-volume increase and decrease of the direction accompanying the response delay of exhaust-gas-recirculation equipment conflict mutually. In order to control both a turbocharger and exhaust-gas-recirculation equipment toward a target excess air factor, both response delay can control hunting of an excess air factor as compared with the former which is in agreement in the increment in new air volume, or the reduction direction.

---

[Translation done.]



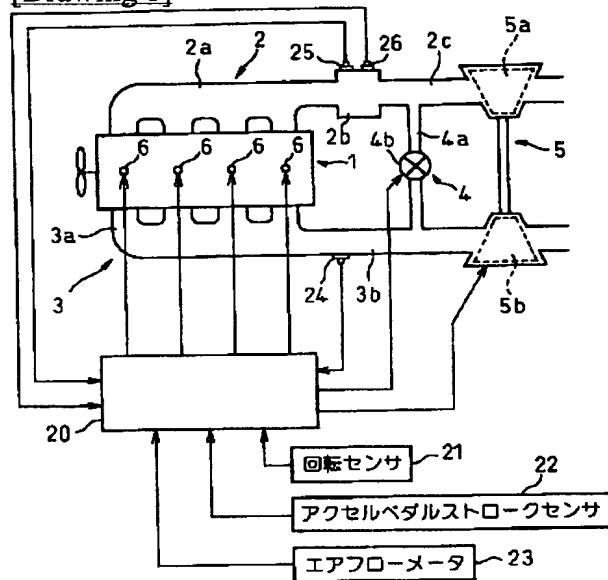
## \* NOTICES \*

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

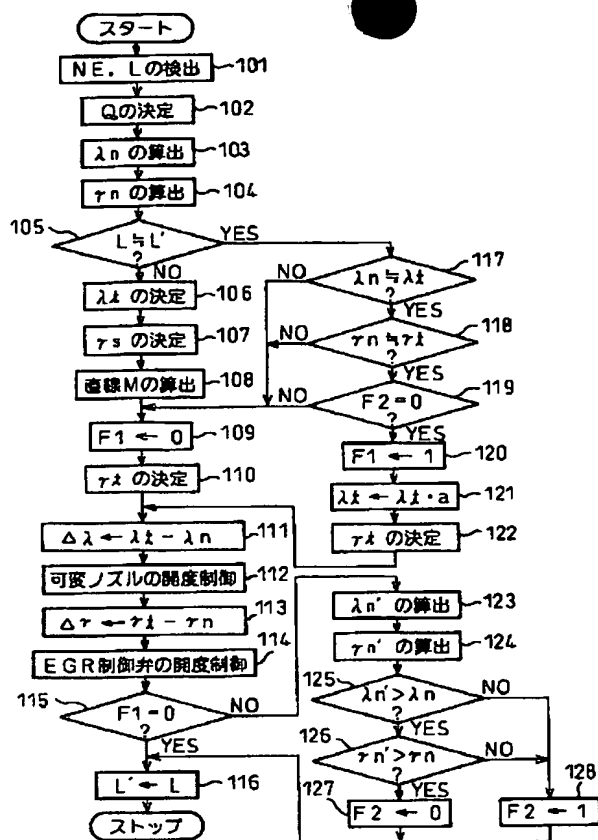
1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

## DRAWINGS

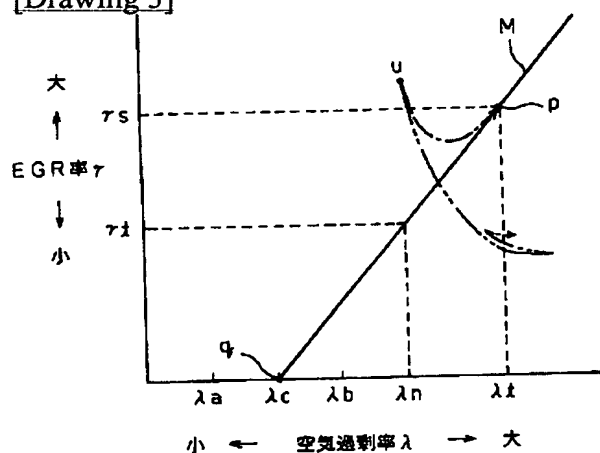
[Drawing 1]



[Drawing 2]



[Drawing 3]



[Translation done.]

(19)



JAPANESE PATENT OFFICE

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **10288043 A**(43) Date of publication of application: **27.10.98**

(51) Int. Cl.

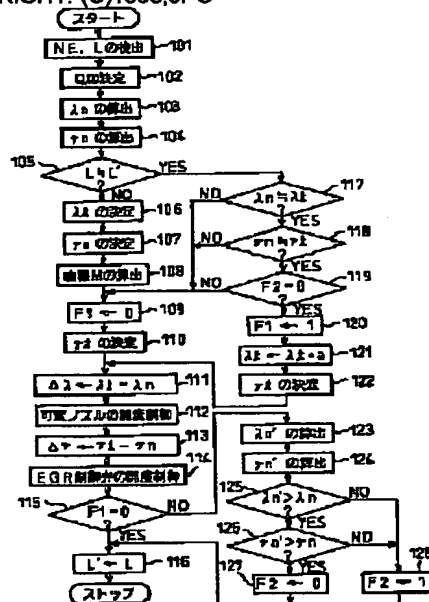
**F02B 37/00****F02B 37/24****F02D 21/08****F02D 23/00****F02D 43/00****F02M 25/07**(21) Application number: **09099073**(71) Applicant: **TOYOTA MOTOR CORP**(22) Date of filing: **18.04.97**(72) Inventor: **FUKUMA TAKAO**(54) **INTERNAL COMBUSTION ENGINE WITH  
TURBOCHARGER AND EXHAUST GAS  
RECIRCULATION SYSTEM**

## (57) Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To suppress the hunting of an air excess ratio in an internal combustion engine which is provided with a turbocharger and an exhaust gas recirculation system and controls a supercharging pressure and recirculating exhaust gas amount so that a target air excess rate can be achieved for a required fuel injection rate determined by the operating conditions of the engine.

**SOLUTION:** A relational expression for the ideal air excess rate and EGR rate under the current operating conditions of an engine is grasped (step 108). Also a supercharging pressure is controlled according to the deviation between the current air excess rate and target air excess rate (steps 111 and 112), and also the recirculating exhaust gas amount is controlled according to the deviation between the current EGR rate and the EGR rate relative to the current air excess rate in the relational expression (steps 113 and 114).

COPYRIGHT: (C)1998,JPO



(51) Int.Cl. <sup>8</sup>	識別記号	F I	
F 0 2 B 37/00	3 0 2	F 0 2 B 37/00	3 0 2 F
37/24		F 0 2 D 21/08	3 1 1 B
F 0 2 D 21/08	3 1 1	23/00	J
23/00		43/00	3 0 1 N
43/00	3 0 1		3 0 1 R

審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 7 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願平9-99073

(22) 出願日 平成9年(1997)4月16日

(71) 出願人 000003207

トヨタ自動車株式会社

愛知県豊田市トヨタ町1番地

(72) 発明者 福間 隆雄

愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

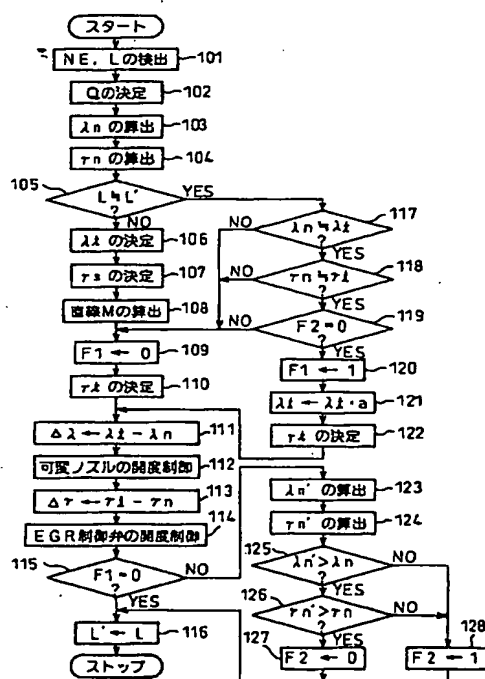
(74) 代理人 弁理士 石田 敬 (外3名)

(54) 【発明の名称】 ターボチャージャ及び排気再循環装置を備える内燃機関

## (57) 【要約】

【課題】 ターボチャージャ及び排気再循環装置を備え、機関運転状態により定まる必要燃料噴射量に対して目標空気過剰率が実現されるように、過給圧及び再循環排気ガス量を制御する内燃機関において、空気過剰率のハンチングを抑制することである。

【解決手段】 現在の機関運転状態における理想的な空気過剰率とEGR率との関係式を把握し(ステップ108)、過給圧は現在の空気過剰率と目標空気過剰率との偏差に応じて制御され(ステップ111及び112)、再循環排気ガス量は現在のEGR率と関係式における現在の空気過剰率に対するEGR率との偏差に応じて制御される(ステップ113及び114)。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 機関運転状態により定まる必要燃料噴射量に対して機関運転状態毎の目標空気過剰率が実現されるように、過給圧及び再循環排気ガス量を制御する内燃機関において、現在の機関運転状態における理想的な空気過剰率とEGR率との関係式を把握し、前記過給圧は現在の空気過剰率と前記目標空気過剰率との偏差に応じて制御され、前記再循環排気ガス量は現在のEGR率と前記関係式における現在の空気過剰率に対するEGR率との偏差に応じて制御されることを特徴とするターボチャージャ及び排気再循環装置を備える内燃機関。

【請求項2】 前記ターボチャージャは、コンプレッサの過給圧を制御するためにタービンへ提供される排気ガスの圧力を変化させる可変ノズルを具備し、前記過給圧は、前記可変ノズルによって現在の空気過剰率と前記目標空気過剰率との偏差に応じて制御されることを特徴とする請求項1に記載のターボチャージャ及び排気再循環装置を備える内燃機関。

【請求項3】 機関定常運転時に前記目標空気過剰率及び前記関係式における前記目標空気過剰率に対するEGR率が実現された場合には、前記関係式を満足するように空気過剰率及びEGR率を徐々に増加させることを特徴とする請求項1又は2に記載のターボチャージャ及び排気再循環装置を備える内燃機関。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、ターボチャージャ及び排気再循環装置を備える内燃機関に関する。

## 【0002】

【従来の技術】排気ガスの一部を気筒内へ再循環させることにより、排気ガスの主成分である不活性ガスの有する大きな熱容量によって燃焼温度を低下させ、 $\text{NO}_x$ の発生量を低減する排気再循環が公知である。再循環させる排気ガス量が多いほど、 $\text{NO}_x$ の発生量を大幅に低減することができるが、その一方で新気が気筒内へ流入し難くなって新気量が減少するために、適当な空気過剰率を実現することができなくなる。再循環させる排気ガス量は、通常、再循環排気ガス量/気筒内のガス量（新気及び再循環排気ガス量）で示されるEGR率によって表される。空気過剰率は空燃比/理論空燃比（14.7）であり、空燃比とは新気量/燃料噴射量である。排気再循環を実現するための排気再循環装置は、機関排気系と機関吸気系とを連通する連通路と、この連通路に配置された再循環排気ガス量を制御するためのEGR制御弁とを具備している。

【0003】特開平2-61347号公報には、各機関運転状態において必要とされる機関出力を得るための必要燃料噴射量を決定し、この機関運転状態における必要燃料噴射量に対する目標空気過剰率を実現するために、EGR制御弁の開度制御により再循環排気ガス量を調整

して必要新気量が気筒内へ供給されるようにすることが開示されている。

【0004】また、実開平3-61127号公報には、タービンへ提供される排気ガス圧力を可変とするための可変ノズルを具備してコンプレッサによる過給圧を制御する可変ノズル式ターボチャージャを備える内燃機関において、機関運転状態毎の目標空気過剰率を実現するために、可変ノズルの開度制御により過給圧を調整して、必要燃料噴射量に対する必要新気量が気筒内へ供給されるようにすることが開示されている。

【0005】排気再循環装置のEGR制御弁の開度制御及びターボチャージャの可変ノズルの開度制御は、一般的に、早期に目標空気過剰率を実現するために、実際の空気過剰率と目標空気過剰率との偏差が大きいほど開閉速度が大きくなる。内燃機関がこのような排気再循環装置とターボチャージャとを備える場合に、目標空気過剰率を実現するために前述したEGR制御弁及び可変ノズルの開度制御をそのまま実施すると、実際の空気過剰率が目標空気過剰率よりリッチである時には、新気量を増加するために、EGR制御弁は、実際の空気過剰率と目標空気過剰率との偏差に基づく閉速度で閉側に制御されて再循環排気ガス量が減少されると共に、可変ノズルは、実際の空気過剰率と目標空気過剰率との偏差に基づく閉速度で閉側に制御されて過給圧が増加されることになる。また、実際の空気過剰率が目標空気過剰率よりリーンである時には、新気量を減少するために、EGR制御弁は、実際の空気過剰率と目標空気過剰率との偏差に基づく開速度で開側に制御されて再循環排気ガス量が増加されると共に、可変ノズルは、実際の空気過剰率と目標空気過剰率との偏差に基づく開速度で開側に制御されて過給圧が減少されることになる。

## 【0006】

【発明が解決しようとする課題】可変ノズル式ターボチャージャは、タービン及びコンプレッサの比較的大きな慣性力が存在するために、可変ノズルの開度に応じた過給圧が実現されるまでに比較的大きなタイムラグが発生し、排気再循環装置においてもEGR制御弁の開度に応じた再循環排気ガス量の実現されるまでにある程度のタイムラグが発生する。それにより、前述のように排気再循環装置及び可変ノズル式ターボチャージャの両方を目標空気過剰率に向けて制御すると、実際の空気過剰率は、早期に目標空気過剰率に達するが、その後、ターボチャージャ及び排気再循環装置の応答遅れによって目標空気過剰率を越えて変化し、結果的に空気過剰率がハンチングする。それにより、目標空気過剰率を下回る時にはスモーク及びバティキュレートが発生量が増加し、目標空気過剰率を上回る時には、この時のEGR制御弁開度における再循環排気ガス量が減少するために $\text{NO}_x$ の発生量が増加する。

【0007】従って、本発明の目的は、ターボチャージ

ャ及び排気再循環装置を備え、機関運転状態により定まる必要燃料噴射量に対して目標空気過剰率が実現されるように、過給圧及び再循環排気ガス量を制御する内燃機関において、空気過剰率のハンチングを抑制することである。

【0008】

【課題を解決するための手段】本発明による請求項1に記載のターボチャージャ及び排気再循環装置を備える内燃機関は、機関運転状態により定まる必要燃料噴射量に対して機関運転状態毎の目標空気過剰率が実現されるように、過給圧及び再循環排気ガス量を制御する内燃機関において、現在の機関運転状態における理想的な空気過剰率とEGR率との関係式を把握し、前記過給圧は現在の空気過剰率と前記目標空気過剰率との偏差に応じて制御され、前記再循環排気ガス量は現在のEGR率と前記関係式における現在の空気過剰率に対するEGR率との偏差に応じて制御されることを特徴とする。

【0009】また、本発明による請求項2に記載のターボチャージャ及び排気再循環装置を備える内燃機関は、請求項1に記載のターボチャージャ及び排気再循環装置を備える内燃機関において、前記ターボチャージャは、コンプレッサの過給圧を制御するためにタービンへ提供される排気ガスの圧力を変化させる可変ノズルを具備し、前記過給圧は、前記可変ノズルによって現在の空気過剰率と前記目標空気過剰率との偏差に応じて制御されることを特徴とする。

【0010】また、本発明による請求項3に記載のターボチャージャ及び排気再循環装置を備える内燃機関は、請求項1又は2に記載のターボチャージャ及び排気再循環装置を備える内燃機関において、機関定常運転時に前記目標空気過剰率及び前記関係式における前記目標空気過剰率に対するEGR率が実現された場合には、前記関係式を満足するように空気過剰率及びEGR率を徐々に増加させることを特徴とする。

【0011】

【発明の実施の形態】図1は、本発明による可変ノズル式ターボチャージャ及び排気再循環装置を備えた内燃機関を示す概略図である。同図において、1はディーゼル機関本体、2は機関吸気系、3は機関排気系である。機関吸気系2は、最も下流側に位置するインテークマニホルド2aと、インテークマニホルド2aの直上流側に位置するサージタンク2bと、サージタンク2bに接続された吸気通路2cとを有している。

【0012】機関排気系3は、最も上流側に位置するエキゾーストマニホルド3aと、エキゾーストマニホルド3aに接続された排気通路3bとを有している。吸気通路2cと排気通路3bとは、排気再循環通路4aによって接続され、この排気再循環通路4aには再循環排気ガス量を制御するためのEGR制御弁4bが設けられている。こうして、排気再循環通路4aとEGR制御弁4b

とによって排気再循環装置4が構成される。また、吸気通路2cにおける排気再循環通路4aの接続部より上流側には、可変ノズル式ターボチャージャ5のコンプレッサ5aが配置され、排気通路3bの排気再循環通路4aの接続部より下流側には、可変ノズル式ターボチャージャ5のタービン5bが配置されている。この可変ノズル式ターボチャージャ5は、タービンへ流入する排気ガスの圧力を制御するための可変ノズルを有している。

【0013】6は各気筒毎の燃焼室内へ燃料を噴射するための燃料噴射弁である。20は、燃料噴射弁6における燃料噴射量制御、排気再循環装置4のEGR制御弁4bの開度制御、及び可変ノズル式ターボチャージャ5の可変ノズルの開度制御を担当する制御装置である。この制御装置20には、機関回転数を検出するための回転センサ21、アクセルペダルの踏み込み量を検出するためのアクセルペダルストロークセンサ22、新気量を検出するためのエアフローメータ23、排気通路3bに配置され排気ガス中の酸素濃度に基づき混合気空燃比を検出するための空燃比センサ24、サージタンク2b内のガス圧力を検出するための圧力センサ25、及びサージタンク2b内のガス温度を検出するための温度センサ26等が接続されている。

【0014】制御装置20による前述の制御は、図2に示すフローチャートに従って実施される。まず、ステップ101において、回転センサ21及びアクセルペダルストロークセンサ22によって現在の機関回転数NE及び現在の機関負荷としてのアクセルペダルの踏み込み量Lが検出される。次に、ステップ102において、機関回転数NE及び機関負荷Lに基づき必要燃料噴射量Qが決定される。この決定には図示せぬマップ等が使用され、機関回転数NE及び機関負荷Lが高いほど必要燃料噴射量Qは多く決定される。

【0015】次に、ステップ103において、エアフローメータ23により検出される新気重量GNと燃料噴射量Qとによって現在の空気過剰率 $\lambda_n$ （新気重量/必要燃料噴射量/14.7）が算出される。新気重量GN/燃料噴射量Qは現在の空燃比であり、この空燃比は空燃比センサ24によって検出するようにしても良い。

【0016】次に、ステップ104において、圧力センサ25及び温度センサ26とによってサージタンク2b内、すなわち、機関吸気系2における排気再循環通路4aの接続部より下流側のガス圧力P及びガス温度Tが検出され、次式（1）によって再循環排気ガス重量GEGRが算出され、次式（2）によって現在のEGR率 $\gamma_n$ が算出される。ここで、圧力及温度が検出されるガスは、新気と再循環排気ガスとの混合ガスである。

$$GEGR = f(P/T) \cdot GN \quad (1)$$

$$\gamma_n = GEGR / (GN + GEGR) \quad (2)$$

【0017】次に、ステップ105において、今回の機関負荷Lと前回の機関負荷L'とがほぼ等しいか否かが

判断される。この判断が否定される時、すなわち、アクセルペダルの踏み込み量が増加した時には、ステップ106において、機関回転数 $N_E$ 及び機関負荷 $L$ に基づく現在の機関運転状態に適した最適空気過剰率 $\lambda_t$ が決定される。このマップにおいて、最適空気過剰率 $\lambda_t$ は、全体的に機関負荷 $L$ が高いほど小さく、すなわち、リッチ側となるように設定されている。

【0018】各機関運転状態毎に、スモーク及びバティキュレートを増加させない最適な空気過剰率と、 $NO_x$ を増加させない最適なEGR率との組み合わせが存在する。次に、ステップ107に進み、現在の機関運転状態に適したこの最適EGR率 $\gamma_s$ が図示せぬマップ等を使用して決定される。図3は、最適な空気過剰率とEGR率との関係を示すマップである。同図において、 $p$ は特定機関運転状態における最適な空気過剰率 $\lambda_t$ と最適なEGR率 $\gamma_s$ との組み合わせを示す点である。 $\lambda_a$ は、この特定機関運転状態において、最適な空気過剰率 $\lambda_t$ と最適なEGR率 $\gamma_s$ との組み合わせが実現された場合と同じ $NO_x$ 発生量となる排気ガス再循環を停止した時の空気過剰率であり、 $\lambda_b$ は、この特定機関運転状態において、最適な空気過剰率 $\lambda_t$ と最適なEGR率 $\gamma_s$ との組み合わせが実現された場合と同じバティキュレート発生量となる排気ガス再循環を停止した時の空気過剰率である。 $\lambda_c$ は、 $\lambda_a$ と $\lambda_b$ の中心点であり、すなわち、 $\lambda_c = (\lambda_a + \lambda_b) / 2$ によって算出される値である。

【0019】機関過渡状態を介してこの特定機関運転状態となる時には、前述した点 $p$ と、空気過剰率 $\lambda_c$ 及びEGR率0%の点 $q$ とを通る直線 $M$ 上に機関過渡運転時における空気過剰率とEGR率を存在させれば、バティキュレート及び $NO_x$ の両方の発生量を許容範囲内に抑え、良好な排気エミッションを実現することが可能となる。本フローチャートでは、ステップ108において、現在の機関運転状態に対応する直線 $M$ を算出する。

【0020】次に、ステップ109において、詳しくは後述される第1フラグ $F_1$ は0とされ、ステップ110において、現在の空気過剰率 $\lambda_n$ に対して直線 $M$ の関係を満たすEGR率 $\gamma_t$ を算出する。次に、ステップ111において、現在の機関運転状態における最適空気過剰率 $\lambda_t$ を目標値として現在の空気過剰率 $\lambda_n$ との偏差 $\Delta\lambda$ を算出し、ステップ112において、この偏差 $\Delta\lambda$ に基づき図示せぬマップ等によって開閉速度が決定され可変ノズル式ターボチャージャ5の可変ノズルの開度制御が実施される。この開閉速度は、例えば、単位時間当たりの開閉度(%/s)である。この開閉速度は、偏差 $\Delta\lambda$ が正值である場合、すなわち、現在の空気過剰率 $\lambda_n$ が目標空気過剰率 $\lambda_t$ より小さい(リッチ)場合には、閉速度となり、偏差 $\Delta\lambda$ の絶対値が大きいほど早い閉速度が設定される。また、偏差 $\Delta\lambda$ が負値である場合、すなわち、現在の空気過剰率 $\lambda_n$ が目標空気過剰率 $\lambda_t$ より

大きい(リーン)場合には、開速度となり、偏差 $\Delta\lambda$ の絶対値が大きいほど早い開速度が設定される。

【0021】次に、ステップ113において、現在の空気過剰率 $\lambda_n$ に対して直線 $M$ の関係を満たすEGR率 $\gamma_t$ を目標値として現在のEGR率 $\gamma_n$ との偏差 $\Delta\gamma$ を算出し、ステップ114において、この偏差 $\Delta\gamma$ に基づき図示せぬマップ等によって開閉速度が決定され排気再循環装置4のEGR制御弁4bの開度制御が実施される。この開閉速度は、例えば、単位時間当たりの開閉度(%/s)である。この開閉速度は、偏差 $\Delta\gamma$ が正值である場合、すなわち、現在のEGR率 $\gamma_n$ が目標EGR率 $\gamma_t$ より小さい場合には、開速度となり、偏差 $\Delta\gamma$ の絶対値が大きいほど早い開速度が設定される。また、偏差 $\Delta\gamma$ が負値である場合、すなわち、現在のEGR率 $\gamma_n$ が目標EGR率 $\gamma_t$ より大きい場合には、閉速度となり、偏差 $\Delta\gamma$ の絶対値が大きいほど早い閉速度が設定される。

【0022】次に、ステップ115において第1フラグ $F_1$ が0であるか否かが判断される。機関過渡状態の時には、ステップ106でこの第1フラグ $F_1$ は0とされているために、この判断は肯定されてステップ116に進み、今回の機関負荷 $L$ を前回の機関負荷 $L'$ として記憶して終了する。次の処理において、アクセルペダルの踏み込み量に変化がない場合には、ステップ105における判断が肯定されてステップ117に進み、現在の空気過剰率 $\lambda_n$ が前回のステップ106で決定された目標空気過剰率 $\lambda_t$ とほぼ等しいか否かが判断される。この判断が肯定される時にはステップ118に進み、現在のEGR率 $\gamma_n$ が前回のステップ110で決定された目標EGR率 $\gamma_t$ とほぼ等しいか否かが判断される。いずれかの判断が否定される時、すなわち、目標空気過剰率 $\lambda_t$ 及びこの目標空気過剰率 $\lambda_t$ に対する最適なEGR率 $\gamma_s$ が実現されていない時には、これらが実現されるまでステップ109以降の処理が実施される。

【0023】このような可変ノズル及びEGR制御弁の開閉制御に関して、例えば、図3において機関運転状態が変化して最適な空気過剰率とEGR率との組み合わせが点 $u$ から点 $p$ へ変化する場合には従来と比較して説明する。従来では、このような場合において、空気過剰率だけに注目し、現在の空気過剰率 $\lambda_n$ が目標空気過剰率 $\lambda_t$ に達するまで、両者の偏差に応じた閉速度でEGR制御弁を閉側に制御して再循環排気ガス量を減少させると共に、この偏差に応じた閉速度で可変ノズルを閉側に制御して過給圧を高めていた。このような制御では、目標空気過剰率 $\lambda_t$ が達成された時にEGR制御弁及び可変ノズルの開度変化が中止されるが、二点鎖線で示すように、可変ノズル式ターボチャージャ及び排気再循環装置の応答遅れによって、実際の再循環排気ガス量は減少すると共に実際の新鮮気量は増加するために、空気過剰率が目標空気過剰率 $\lambda_t$ を越えて増加し、EGR制

御弁及び可変ノズルは開側に制御される。

【0024】しかしながら、両者の応答遅れによって空気過剰率は再び目標値を越えて下回り、このようにして空気過剰率がハンチングする。このようなハンチングが発生すると、空気過剰率が、目標空気過剰率を下回る時にはスモーク及びパティキュレートの発生量が増加し、目標空気過剰率を上回る時には、この時のEGR制御弁開度における再循環排気ガス量が減少するために $\text{NO}_x$ の発生量が増加する。

【0025】しかしながら、本フローチャートの制御によれば、可変ノズルは、目標空気過剰率 $\lambda_t$ と現在の空気過剰率 $\lambda_n$ との偏差に応じた閉速度で閉側に制御されるが、EGR制御弁は、現在の空気過剰率 $\lambda_n$ に対する最適なEGR率 $\gamma_t$ を目標値として現在のEGR率 $\gamma_n$ との偏差に応じた閉速度で閉側に制御される。このようにして実際の空気過剰率 $\lambda_n$ が増加すると、それに伴って直線M上の目標EGR率 $\gamma_t$ も大きくなり、遂には、点線で示すように、目標空気過剰率 $\lambda_t$ が実現される以前に、目標EGR率 $\gamma_t$ が実際のEGR率 $\gamma_n$ を上回り、EGR制御弁は開弁されるようになる。

【0026】それにより、目標空気過剰率 $\lambda_t$ が実現された時に、可変ノズル式ターボチャージャの応答遅れによってさらに過給圧が増加するが、この時、再循環排気ガス量は、排気再循環装置の応答遅れによって増加傾向にあり、従来のように、いずれも新気量が増加する方向に遅れが発生し、空気過剰率が目標値を大幅に越えてハンチングすることはない。また、このように、目標空気過剰率が実現される直前に再循環排気ガス量が増加されると、同じ過給圧でも気筒内へ新気が入り難くなるために、それによっても可変ノズル式ターボチャージャの応答遅れによる空気過剰率のハンチングが抑制される。本フローチャートは、EGR率が現在の空気過剰率に対する最適なEGR率に向けて制御されるために、従来に比較して $\text{NO}_x$ 発生量を低減することができる。

【0027】アクセルペダルの踏み込み量に変化がなく、目標空気過剰率 $\lambda_t$ 及び目標EGR率 $\gamma_t$  ( $\gamma_s$ ) が実現された際には、ステップ119に進み、詳しくは後述される第2フラグF2が0であるか否かが判断される。当初、この判断は肯定されてステップ120に進み、第1フラグF1は1とされる。次に、ステップ121において、現在の機関運転状態における目標空気過剰率 $\lambda_t$ には1より大きな係数 $a$ が乗算され、さらに大きな(さらにリーン側の)新たな目標空気過剰率 $\lambda_t$ が算出され、ステップ122において、この新たな目標空気過剰率 $\lambda_t$ に対して直線Mの関係を満たす目標EGR率 $\gamma_t$ が算出される。次に、ステップ109及び110における処理を行うことなくステップ111以降の処理が実施され、可変ノズル及びEGR制御弁は、新たな目標空気過剰率 $\lambda_t$ 及び目標EGR率 $\gamma_t$ に向けて制御される。

【0028】この時、第1フラグF1は1とされているために、ステップ115における判断が否定されてステップ123に進む。ステップ123では、新たな目標空気過剰率 $\lambda_t$ 及び目標EGR率 $\gamma_t$ に向けて可変ノズル及びEGR制御弁が制御された後の空気過剰率 $\lambda_n'$ がステップ103と同様に算出され、ステップ124では、新たな目標空気過剰率 $\lambda_t$ 及び目標EGR率 $\gamma_t$ に向けて可変ノズル及びEGR制御弁が制御された後のEGR率 $\gamma_n'$ がステップ104と同様に算出される。次に、ステップ125において、この空気過剰率 $\lambda_n'$ がステップ103において算出された空気過剰率、すなわち、新たな目標空気過剰率 $\lambda_t$ 及び目標EGR率 $\gamma_t$ に向けて可変ノズル及びEGR制御弁が制御される以前の空気過剰率 $\lambda_n$ より大きいかな否かが判断される。この判断が肯定される時には、ステップ126において、ステップ124において算出されたEGR率 $\gamma_n'$ がステップ104において算出されたEGR率、すなわち、新たな目標空気過剰率 $\lambda_t$ 及び目標EGR率 $\gamma_t$ に向けて可変ノズル及びEGR制御弁が制御される以前のEGR率より大きいかな否かが判断される。

【0029】いずれの判断も肯定される時、すなわち、可変ノズル式ターボチャージャにより空気過剰率を向上させることができると共に排気再循環装置によりEGR率を向上させることができる場合には、ステップ127において第2フラグF2は0とされる。一方、いずれかの判断が否定される時、すなわち、可変ノズルの開度を小さくしても空気過剰率を向上させることができなくなった場合、又は、EGR制御弁の開度を大きくしてもEGR率を向上させることができなくなった場合には、ステップ128において第2フラグF2は1とされる。

【0030】このようにして第2フラグF2が1とされると、ステップ119における判断が否定され、目標空気過剰率 $\lambda_t$ 及び目標EGR率 $\gamma_t$ を大きくすることは中止される。このように、本フローチャートでは、アクセルペダルの踏み込み量の変化しない機関定常時に、当初の目標空気過剰率及び目標EGR率の実現された際には、空気過剰率及びEGR率を、可変ノズル式ターボチャージャ及び排気再循環装置によっていずれかの増加限界となるまで、算出された直線Mの関係を満たすように徐々に増加するようになっている。こうして、可能な限り空気過剰率及びEGR率が向上されるために、パティキュレートの発生量及び $\text{NO}_x$ の発生量を限界まで低減することができる。

【0031】前述の実施形態は、空気過剰率を増加させる場合について説明したが、空気過剰率を減少させる場合においても、同様に、目標空気過剰率の実現される時において、ターボチャージャの応答遅れによる新気量増減方向と、排気再循環装置の応答遅れによる新気量増減方向とが互いに相反するために、空気過剰率のハンチングを抑制することができる。最後に、本実施形態におい



て、空気過剰率を変化させるための過給圧制御に可変ノズル式ターボチャージャを使用した。これは本発明を限定するものではなく、一般的なウエストゲート通路を有するターボチャージャを使用して、ウエストゲート通路を通過させる排気ガス量を調節するようにしても良い。

【0032】

【発明の効果】このように、本発明によるターボチャージャ及び排気再循環装置を備える内燃機関によれば、機関運転状態により定まる必要燃料噴射量に対して機関運転状態毎の目標空気過剰率が実現されるように、過給圧及び再循環排気ガス量を制御する内燃機関において、現在の機関運転状態における理想的な空気過剰率とEGR率との関係式を把握し、過給圧は現在の空気過剰率と目標空気過剰率との偏差に応じて制御され、再循環排気ガス量は現在のEGR率と把握した関係式における現在の空気過剰率に対するEGR率との偏差に応じて制御されるために、目標空気過剰率が実現される時のターボチャージャの応答遅れに伴う新気量増減方向と、排気再循環装置の応答遅れに伴う新気量増減方向とが互いに相反し、目標空気過剰率に向かいターボチャージャ及び排気再循環装置の両方を制御するために両者の応答遅れが新

気量増加又は減少方向で一致する従来と比較して、空気過剰率のハンチングを抑制することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明による可変ノズル式ターボチャージャ及び排気再循環装置を備えた内燃機関の概略図である。

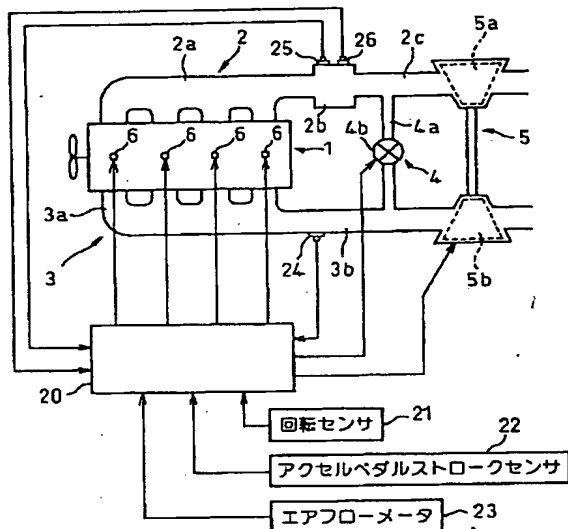
【図2】燃料噴射量制御、排気再循環装置のEGR制御弁の開度制御、及び可変ノズル式ターボチャージャの可変ノズルの開度制御のためのフローチャートである。

【図3】空気過剰率とEGR率との関係を示すマップである。

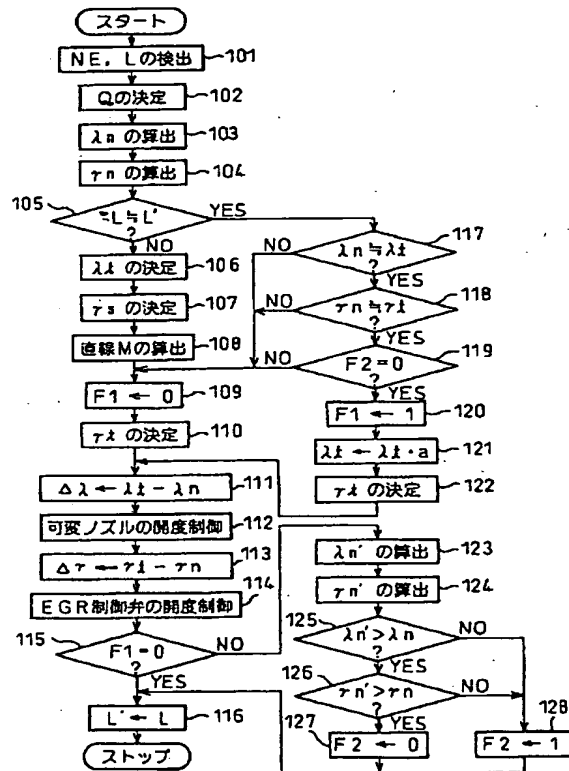
【符号の説明】

- 1…ディーゼル機関本体
- 2…機関吸気系
- 3…機関排気系
- 4…排気再循環装置
- 4a…排気再循環通路
- 4b…EGR制御弁
- 5…可変ノズル式ターボチャージャ
- 5a…コンプレッサ
- 5b…タービン
- 5c…可変ノズル
- 20…制御装置

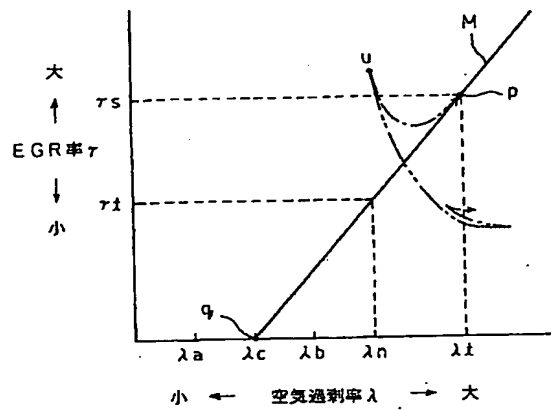
【図1】



【図2】



〔図3〕



フロントページの続き

(51) Int. Cl. 6

F02D 43/00

F02M 25/07

識別記号

301

550

F I

F02M 25/07

F02B 37/12

550C

550F

301Q